



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑯ Patentschrift  
⑯ DE 198 46 923 C 1

⑮ Int. Cl. 7:  
**H 02 K 3/12**  
H 02 K 21/12

⑯ Aktenzeichen: 198 46 923.3-32  
⑯ Anmeldetag: 12. 10. 1998  
⑯ Offenlegungstag:  
⑯ Veröffentlichungstag:  
der Patenterteilung: 16. 11. 2000

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

<p>⑯ Patentinhaber: VEM Sachsenwerk GmbH, 01259 Dresden, DE</p> <p>⑯ Vertreter: Patentanwälte Ilberg und Weißfloh, 01309 Dresden</p>	<p>⑯ Erfinder: Sabinski, Joachim, Dr.-Ing., 01169 Dresden, DE; Kuß, Hans, Prof. Dr.-Ing.habil., 01109 Dresden, DE</p> <p>⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:</p> <table><tr><td>DE</td><td>34 42 033 C2</td></tr><tr><td>DE</td><td>41 26 019 A1</td></tr><tr><td>DE</td><td>25 11 567 A1</td></tr><tr><td>DE</td><td>92 12 889 U1</td></tr></table>	DE	34 42 033 C2	DE	41 26 019 A1	DE	25 11 567 A1	DE	92 12 889 U1
DE	34 42 033 C2								
DE	41 26 019 A1								
DE	25 11 567 A1								
DE	92 12 889 U1								

⑯ Mehrphasige Wicklung einer elektrischen Maschine und Verfahren zu ihrer Herstellung

⑯ Die Erfindung betrifft eine Wicklung einer elektrischen Maschine insbesondere für hochpolige elektrische Maschinen, wie z. B. eine Synchronmaschine mit Permanentmagneterregung und ein Verfahren zu ihrer Herstellung mit zylindrischem oder linearem Luftspalt vorzugsweise für den Einsatz als kompakte Antriebslösung.

Es liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wicklung und ein Verfahren zu ihrer Herstellung für hochausgenutzte elektrische Maschinen zu schaffen, die eine kompakte Bauweise der gesamten elektrischen Maschine ermöglicht, insbesondere die Ausbildung des Wickelkopfes, die Wicklungseinschließlich der Zusatzverluste in den Wicklungen minimiert und gleichzeitig mechanisch, elektrisch und thermisch hochbelastbar ist.

Erfindungsgemäß ist in die zu bewickelnden Nuten des Ständers einer elektrischen Maschine eine an sich bekannte mehrphasige Wicklung eingelegt. Diese Wicklung innerhalb einer Nut wird erstmalig, wobei sie weitestgehend pro Spulengruppe durchgängig geschleift ausgebildet ist, aus quadratischen oder rechteckförmigen Litzenleitern gewickelt. Dabei erfolgt eine Direktbewicklung der Zähne in der Art und Weise, daß in der Nut zwei Spulenseiten unterschiedlicher Spulen nebeneinander oder übereinander liegen oder bei Wegfall jeder zweiten Spule in der Nut nur eine Spulenseite liegt.

Vorteile dieser Wicklung sind sehr kleine Wickelkopfausladungen, seriengerechte Fertigung kompakter Wicklungsausführungen mit sehr hoher mechanischer Festigkeit, vergleichsweise ...

DE 198 46 923 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Wicklung einer elektrischen Maschine insbesondere für hochpolige elektrische Maschinen mit Frequenzen größer 50 Hz, wie z. B. eine Drehfeldmaschine mit Permanentmagneterregung und ein Verfahren zu ihrer Herstellung mit zylindrischen oder linearen Luftspalt vorzugsweise für den Einsatz als kompakte Antriebslösung.

Aus dem Stand der Technik sind eine Vielzahl von Wicklungen für rotierende permanentmagneterregte elektrische Maschinen bekannt. In der DE-PS 34 42 033 ist eine Wicklung beschrieben, bei der pro Ständerzahn mindestens zwei sich nicht überlappende Wicklungsstränge angeordnet sind, die im wesentlichen gleich, jedoch voneinander unabhängig sind, wobei ein Ende jeder Wicklung von einem benachbarten Ende einer benachbarten Wicklung durch mindestens einen Zahn getrennt ist, der mit einer niederohmigen Kurzschlußwicklung versehen ist.

Aus dem DE-G 92 12 889.0 ist eine Lösung bekannt, wo eine Wicklungsanordnung für eine mehrphasige elektrische Maschine gekennzeichnet ist, durch die Anordnung von einer vorgegebenen Zahl von Spulen in zwei Schichten und zwar in einer Oberschicht und einer Unterschicht, wobei jede Schicht für sich allein, in den Ständernuten entsprechend einer Einschichtwicklung eingelegt ist. Dabei sind die in der Unterschicht befindlichen Unterschichtspulen mit den in der Oberschicht befindlichen Oberschichtspulen derart geschaltet und gegeneinander versetzt angeordnet, daß eine einer beliebig gesehnten Zweischichtwicklung entsprechende Feldverteilung im Luftspalt der elektrischen Maschine bewirkt wird. Bei dieser Erfindung ist eine herkömmliche Schaltung mit einem entsprechenden Aufbau notwendig, der den Wickelkopf vergrößert. Zudem ist die Herstellung der Schaltverbindungen zwischen den Spulen relativ aufwendig.

Die DE-OS 41 26 019 beschreibt eine Wicklung die durchgängig geschleift ist. Allerdings handelt es sich hier um reine Formspulen in einer Ausprägung als Polwicklung jeweils um einen Zahn. Die Spulen liegen dabei übereinander.

Die Anwendung von Litzenleitern für elektrische Maschinen ist aus der DE-OS 25 11 567 beschrieben. Die Litzenleiter sind dabei außen auf einem Läuferkörper als Schleifenwicklung aufgelegt. Die einzelnen Litzenleiter haben dabei jeweils die Form eines Kreisringsegmentes.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wicklung und ein Verfahren zu ihrer Herstellung für hochausgenutzte elektrische Maschinen zu schaffen, die eine kompakte Bauweise der gesamten elektrischen Maschine ermöglicht, insbesondere die Ausbildung des Wickelkopfes minimiert und gleichzeitig mechanisch, elektrisch und thermisch hochbelastbar ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche 1 und 2 gelöst. Dabei ist in die Nuten des Ständers einer elektrischen Maschine eine an sich bekannte mehrphasige Wicklung eingelegt. Diese Wicklung, die weitestgehend pro Spulengruppe durchgängig geschleift ausgebildet ist, wird erstmalig innerhalb einer Nut aus isolierten oder teilweise isolierten Litzenleitern mit quadratischen oder rechteckförmigen Querschnitt gewickelt. Dabei sind die Wicklungsdrähte vorzugsweise isoliert. Es erfolgt eine Direktbewicklung jedes einzelnen Zahnes des Blechpaketes in der Art und Weise, daß in der Nut zwei Spulenseiten unterschiedlicher Spulen nebeneinander liegen und zwischen diesen Spulenseiten vorzugsweise eine Zwischenisolierung eingefügt ist. Die Wirkung der erfindungsgemäßen Wicklung entspricht der be-

kannten gesehnten Zweischichtwicklung. Die Herstellung dieser mehrphasigen Wicklung erfolgt so, daß eine Spule eines Stranges direkt einen Zahn und die Spulengruppe weiterführend um einen oder mehrere Nachbarzähne nach einer oder zwei Richtungen weiter ohne Unterbrechung durchgängig gewickelt werden. Die Zwischenisolierung kann vorzugsweise vor Beginn des Wickelvorganges um den Nachbarzahn in die bereits halb gefüllten Nut eingelegt werden.

Durch die erfindungsgemäße Wicklung wird es erstmals möglich:

- Maschinen mit sehr kleiner Wickelkopfausladung zu fertigen,
- eine effektive seriengerechte Fertigung hochpoliger Maschinen zu realisieren,
- eine kompakte Wicklungsausführung sehr hoher mechanischer Festigkeit, insbesondere für Maschinen mit hohen mechanischen Beanspruchungen zu erreichen,
- vergleichsweise geringe Wicklungsverluste zu erzielen,
- mit einer minimalen Anzahl von Schaltverbindungen gegenüber herkömmlichen Wicklungen auszukommen sowie
- eine verbesserte Wärmeabführung aus dem Bereich der Wickelköpfe in das Blechpaket zu erreichen.

Eine erfindungsgemäße Ausführung entsprechend Anspruch 3 führt zu einer gesehnten mehrphasigen Einschichtwicklung.

Die Erfindung soll in einem Ausführungsbeispiel an Hand einer achtpoligen Dreiphasenwicklung in neun Nuten und der Wicklungsausführung nach Anspruch 1 näher erläutert werden. Die Strangwicklung besteht hierbei aus drei nebeneinander liegenden Spulen. Die Ausführung der Strangwicklung erfolgt vorzugsweise so, daß die mittlere Spule durch Direktbewicklung eines Zahnes manuell oder maschinell ausgeführt wird. Mit den verbleibenden beiden Enden wird der jeweils benachbarte rechte und ein linker Zahn fortlaufend direkt bewickelt, so daß eine Strangwicklung mit drei durchgehend gewickelten Spulen entsteht.

Die erfindungsgemäße Wicklung ist sowohl für rotierende als auch für lineare elektrische Maschinen einsetzbar.

## Patentansprüche

1. Mehrphasige Wicklung einer elektrischen Maschine, insbesondere für hochpolige elektrische Maschinen mit Frequenzen größer 50 Hz, mit weitestgehend pro Spulengruppe durchgängig geschleiften Wicklungen dadurch gekennzeichnet,

dass eine Spule direkt um einen Zahn und die Spulengruppenweite über mehrere Zähne gewickelt sind, daß in den Nuten Wicklungsdrähte aus verdrillten isolierten oder teilweise isolierten Litzenleitern mit quadratischem oder rechteckförmigem Querschnitt eingewickelt sind, und

daß in einer Nut zwei Spulenseiten unterschiedlicher Spulen nebeneinander liegen und durch eine Zwischenisolierung getrennt sind.

2. Verfahren zur Herstellung einer mehrphasigen Wicklung, insbesondere für eine hochpolige elektrische Maschine mit Permanentmagneterregung, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen eines Stranges aus Litzenleitern direkt um einen Zahn und die Spulengruppe weiterführend um einen oder mehrere Nachbarzähne weiter ohne Unterbrechung durchgängig gewickelt werden und eine Zwischenisolierung in die Nut

3

4

eingelegt wird.

3. Mehrphasige Wicklung einer elektrischen Maschine  
nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nur  
jede zweite Spule oder Spulengruppe ausgeführt ist.

5

**Best Available Copy**

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Best Available Copy

**Best Available Copy**

AN: PAT 2000-305564  
TI: Multi-phase winding for permanent magnet rotary electrical machine has direct winding method used for providing 2 coil sides for different winding coils in single stator coil slot  
PN: EP994551-A2  
PD: 19.04.2000  
AB: NOVELTY - The multi-phase winding is fitted into the stator coil slots of an electrical machine, with a direct winding method used for obtaining 2 coil sides for different winding coils in a single slot, positioned next to one another or one above the other and separated by an intermediate insulation, the winding coils provided by square or rectangular conductors.  
DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM for a manufacturing method for a multi-phase winding is also included.; USE - The multi-phase winding is used for a permanent magnet rotary electrical machine, e.g. a synchronous machine, with a frequency above 50 Hz. ADVANTAGE - The winding provides a compact winding head with minimum losses allowing high electrical, mechanical and thermal loading.  
PA: (KUSS/) KUSS H; (SABI/) SABINSKI J;  
(VEMS-) VEM SACHSENWERK GMBH;  
IN: KUSS H; SABINSKI J;  
FA: EP994551-A2 19.04.2000; US2002060504-A1 23.05.2002;  
DE19846923-C1 16.11.2000;  
CO: AL; AT; BE; CH; CY; DE; DK; EP; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT;  
LI; LT; LU; LV; MC; MK; NL; PT; RO; SE; SI; US;  
DR: AL; AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LI;  
LT; LU; LV; MC; MK; NL; PT; RO; SE; SI;  
IC: H02K-001/00; H02K-003/00; H02K-003/12; H02K-003/28;  
H02K-021/12;  
MC: V06-M01A; V06-M08A; X11-G; X11-J02A;  
DC: V06; X11;  
PR: DE1046923 12.10.1998;  
FP: 19.04.2000  
UP: 20.06.2002

---